Aus dem Kulturtechnischen Institut
der Universität und der Technischen Hochschule Breslau

Die Möglichkeit und Wirtschaftlichkeit der landwirtschaftlichen Verwertung von Preßhefeabwässern

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau

Vorgelegt von
Friedrich-Karl Beinert
aus Breslau

Breslau 1940

Walter Krieg Verlag, Berlin NW 40

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

I. Berichterstatter: Prof. Dr.-Ing. Zunker

II. Berichterstatter: Prof. Dr. phil. Rehorst

Rigorosum: 23. Dezember 1939

Gedruckt mit Genehmigung der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau

Die Arbeit erscheint in der Zeitschrift „Der Kulturtechniker"
43. Jahrgang, 1940, Heft 3/4

MEINEN ELTERN
IN DANKBARKEIT GEWIDMET

Die Möglichkeit und Wirtschaftlichkeit der landwirtschaftlichen Verwertung von Preßhefe-Abwässern

Von Friedrich-Karl Beinert, Breslau

Aus dem Kulturtechnischen Institut der Universität und der Technischen Hochschule Breslau

Inhalt:

Einleitung

1. Die Verfahren in der Preßhefeindustrie
2. Die Abwasserbeseitigung
3. Die Abwasserzusammensetzung
4. Erfahrungen über die landwirtschaftliche Verwertung von Hefeabwässern durch Verrieseln auf Grasland
5. Erfahrungen über die landwirtschaftliche Verwertung von Hefeabwässern durch Verregnen auf Acker und Grasland
6. Zusammenfassung

Eine ganz besonders im Rahmen des Erzeugungswillens Deutschlands stehende Maßnahme ist die möglichst restlose Verwertung aller organischer Abwässer für landwirtschaftliche Zwecke. Wird doch hierdurch nicht nur die so notwendige Sicherstellung des Wachstumsfaktors Wasser in großem Umfange für unsere Pflanzen gewährleistet, sondern auch höchst wertvolle Pflanzennährstoffe werden in günstigster Form dem Boden zugeführt. Im folgenden wird nun untersucht werden, inwieweit möglich und wirtschaftlich tragbar es ist, die Abwässer von Preßhefefabriken, die nach dem sogenannten Würze- oder Lufthefeverfahren Melasse verarbeiten, landwirtschaftlich zu verwerten.

Hierfür standen dem Verfasser einmal die Erfahrungen zweier Betriebe zur Verfügung, von denen der eine Hefeabwässer durch Verrieseln auf 65 ha Grünland landwirtschaftlich ausnutzt, während im anderen Falle seit vier Jahren durch eine Großfeldberegnungsanlage Hefeabwässer genossenschaftlich verrieselt und verregnet werden. Darüber hinaus hatte der Verfasser als Assistent von Herrn Prof. Dr.-Ing. Zunker Gelegenheit, ein auf dem Genossenschaftsgebiete der Großfeldberegnungsanlage eingerichtetes Ver-

suchsfeld zu betreuen. Hier wurden bei recht unterschiedlichen Bedingungen Preßhefeabwässer auf die verschiedensten Feldfrüchte und auf Grasland verregnet.

1. Die Verfahren in der Preßhefeindustrie

Die Preßhefeindustrie hat sich seit etwa hundert Jahren von Holland kommend entwickelt. Grund hierfür war, daß die früher in der Bäckerei benutzte Bierhefe sich für die Verarbeitung mit Teigwaren wenig eignet, da sie einen bitteren Geschmack hat und der mit ihr angesetzte Teig in der Hitze leicht zusammenfällt. Zur Herstellung von Preßhefe gibt es zwei Verfahren.

Das ältere ist das sogenannte Wiener Verfahren, bei dem man vom Getreideschrot ausgeht. Mit Malz und Wasser wird dieser bei 63 bis 65° zu einer 12%igen Maische verzuckert, dann stark gesäuert und mit Kunsthefe angestellt. Die sich neu entwickelnde Hefe wird, soweit sie nach oben steigt, abgeschöpft, durch feine Siebe geseiht, um die Treber zurückzuhalten, mit kaltem Wasser gewaschen und in Filterpressen ausgepreßt. Bei diesem Verfahren geht ein großer Teil der Hefe, der nicht nach oben steigt, verloren. Die Maische gärt unterdessen weiter, bis aller Zucker zu Alkohol vergoren ist, und kommt schließlich in den Destillationsapparat. Nach Entzug des Alkohols bleibt eine eiweißreiche Schlempe übrig, welche ein höchst wertvolles Futtermittel darstellt. Aus 100 kg Getreide erhält man etwa 12 bis 14 kg gepreßte Hefe und 28 bis 30 l Alkohol. Nach diesem Verfahren wird aber heute fast nicht mehr gearbeitet, weil in der Melasse ein weit billigeres Ausgangsmaterial zur Verfügung steht.

Das neuere, jetzt allgemein angewandte Würzeverfahren geht von der Rübenmelasse aus. Es nahm bei uns seinen Aufschwung infolge der Getreideverknappung während des Weltkrieges. Die Rübenmelasse besteht nach den Untersuchungen der Betriebsleitung der Giesmannsdorfer Preßhefefabrik im Mittel aus 20 % Wasser, 7,4 % Asche, 72,6 % organischer Substanz mit 51,4 % Sacharose, 1,4 % Gesamtstickstoff, 1,09 % Eiweißstickstoff in der Gesamtmasse. Nach Kellner sind in der Melasse im großen Durchschnitt vorhanden: 20 % Wasser, 50 % Sacharose, 20 % organischer Nichtzucker und 10 % Minerale. Die Rübenmelasse wird bei dem Würze- oder Lufthefeverfahren auf zwei Arten verarbeitet, nach dem Kochverfahren und nach dem Schleuderverfahren.

Beim Kochverfahren wird die Melasse mit Wasser im Verhältnis 1 : 2 verdünnt, sodann bei 95—100° C auf eine Konzentration von 30° Balling gebracht; außerdem wird 18%iges Superphosphat bis zu 2 % des Rohgewichts der Melasse zugegeben und mit normaler Schwefelsäure angesäuert, bis bei der Titration 4 ccm normal NaOH auf 100 cm^3 notwendig sind, um einen Farbumschlag zu erzielen. Das entspricht einem p_H-Wert von 4,5. Die Kochdauer der Melasse beträgt etwa 10 Minuten. Die Melasse ist nun sterilisiert, und die Unreinlichkeiten setzen sich mit dem Phosphorrückstand innerhalb von 5 Stunden ab. Sie werden mit dem Abwasser weggeführt. Ein Kalkzusatz wird nur zur Abstufung der Alkalität gegeben.

Nach dem Zusatz der Hefe setzt die Gärung ein, welche 12 Stunden andauert und in Gegenwart von freier Schwefelsäure stattfindet. Während dieser Zeit schwankt der p_H-Wert von 5 bis 6,5 und zwar liegt er bei der Versandhefe (Backhefe, die möglichst bald verbraucht werden soll) höher, bei der Anstellhefe (Hefe, mit der die Gärbottiche angestellt werden und die sich länger hält) etwas niedriger. Als normaler Säuregrad wird ein p_H-Wert von 5,9 erstrebt. Nimmt der p_H-Wert stark ab, so wird die Hefe braun und unansehnlich. Steigt der p_H-Wert über 6, so muß die Hefe bald verbraucht werden, weil sie mit steigendem p_H-Wert immer schneller verdirbt.

Tafel 1

	Verdünnung*)	Zuckergehalt	Ausbeute bis zu Hefe	Ausbeute bis zu Alkohol
1. Versandhefe	30 fach	1— 2 %	80 %	0 %
2. Anstellhefe	8 „	4— 7 %	20 %	25 %
3. Maische	3 „	8—16 %	10 %	30 %

Tafel 1 gibt nach den freundlich zur Verfügung gestellten Angaben einen Überblick über das unterschiedliche Ansetzen der für die Gärung vorbereiteten Melasse, über deren Zuckergehalt und die Ausbeute an Hefe und Alkohol. Für jedes % Spiritus mehr beträgt die Ausbeute an Hefe etwa $2^1/_2$ % weniger. Zur Ausrechnung des Wirkungsgerades für die Ausbeute wird folgende Formel verwandt:

$$\% \text{ Alkohol} \cdot 2{,}95 + \% \text{ Hefe} \cdot 1{,}095 = 100,$$

wobei 100 ein Soll-Wert ist, der zwar selten erreicht wird und desto mehr unter 100 zurückbleibt, je besser die Hefeausbeute und je geringer die Alkoholausbeute ist.

Als weitere Zugaben während der Gärung kommen Diammonphosphat, Ammonsulfat und Ammoniak in Frage, die neben der besseren Hefeernährung der Säureregelung dienen. Die Gärung findet bei einer Temperatur von etwa 24 bis 30° C statt. Diese Temperatur wird durch Kühlwasser, hauptsächlich aber durch den Luftstrom, der während der Gärung durch die Gärbottiche gepreßt wird, möglichst gleich gehalten. Die Luft hat außerdem den Zweck, durch eine Anreicherung von Sauerstoff das Hefewachstum zu beschleunigen und ein zu schnelles Ansteigen des Alkoholgehaltes, welcher seinerseits die Hefebildung mit zunehmender Konzentration immer mehr hemmt, zu verhindern. Nach Beendigung der Gärung, also nach etwa 12 Stunden, wird die Hefe in Separatoren abgeschleudert. Die gewonnene Hefe wird gepreßt und kommt sofort in den Handel, wird aber auch getrocknet, gewalzt und ähnlich wie Kartoffelflocken in den Handel gebracht und als Futtermittel verwendet. Nach Abschleudern der

*) Verdünnung mit Wasser, bezogen auf das Rohgewicht der Melasse.

Hefe wird die verbleibende Würze oder Schlempe je nachdem, um welche Hefeart es sich handelt, entweder zum Abscheiden des Alkohols durch den Destillationsapparat geschickt oder sofort als Abwasser ausgeschieden. Die aus dem Destillationsapparat kommende Schlempe hat eine Temperatur von nahezu 85°. Im Durchschnitt gehen die Abwässer mit etwa 50° C aus der Fabrik heraus.

Das Schleuderverfahren unterscheidet sich vom Kochverfahren hauptsächlich durch die Vorbereitung der Melasse für den Gärprozeß. Während beim Kochverfahren durch einen Zusatz von Superphosphat, Kochen und Absetzenlassen die nicht brauchbaren Melassebestandteile zum großen Teil abgeschieden werden und die Melasse sterilisiert wird, werden beim Schleuderverfahren zwecks reiner Hefegewinnung die Schwebestoffe in Separatoren abgeschleudert.

Im Altreich wurden jährlich rd. 160 000 t Melasse zu 60 000 t Preßhefe und 300 000 hl Spiritus verarbeitet, und zwar in 43 Fabriken, welche alle rein gewerbliche Unternehmungen und nicht als Zweig eines landwirtschaftlichen Betriebes anzusehen sind.

2. Die Abwasserbeseitigung

Zunächst handelte es sich für die Fabriken darum, das Abwasser auf irgendeine Weise loszuwerden; der Gedanke der Verwertung kam erst später auf. Wo die einzelnen Betriebe innerhalb größerer Städte lagen, war es das nächstliegendste und billigste, die Abwässer in städtische Kanalisation zu leiten. Sofern die städtischen Abwässer dabei eine landwirtschaftliche Verwertung erfuhren, wie beispielsweise in Groß-Berlin, Leipzig u. a., war diese Einleitung gleichzeitig mit einer Verwertung verbunden.

Lagen die Fabriken in Kleinstädten oder auf dem Lande, so erwies sich die Abwasserbeseitigung als wesentlich schwieriger. Die Aufnahmefähigkeit der Kanalisation in Kleinstädten für die an organischer Masse sehr reichen Preßhefeabwässer erwies sich als ungenügend, indem die städtischen Reinigungsanlagen überlastet wurden. Die Folge war eine Überlastung des Vorfluters mit noch fäulnisfähigen Stoffen. Die Schwierigkeit der Abwasserbeseitigung führte in einem Falle in Norddeutschland sogar dazu, das Abwasser einzudampfen. Die Kosten einer Verdampfungsanlage sind jedoch so hoch, daß dieselbe nur dort in Erwägung gezogen werden kann, wo die Wärme des verdampften Wassers in angeschlossenen Nebenbetrieben eine gute Ausnutzung erfährt. Erst als all diese Wege, das Abwasser zu vernichten, versagten oder sich zu teuer stellten, versuchte die Hefeindustrie aus rein wirtschaftlichen Überlegungen heraus, ihr Abwasser landwirtschaftlich zu nutzen.

3. Die Abwasserzusammensetzung

Die landwirtschaftliche Nutzungsmöglichkeit hängt zunächst von dem Gehalt des Preßhefeabwassers an Pflanzennährstoffen ab. Untersuchungen über die Abwässer der Hefeindustrie, die besonders eingehend von dem

Kulturtechnischen Institut in Breslau angestellt worden sind, ergaben, daß gerade die Hefeabwässer über einen überaus hohen Gehalt an wertvollen Pflanzennährstoffen verfügen. Allerdings unterscheidet sich bei den verschieden angesetzten Hefen der Gehalt des Abwassers an Nährstoffen ganz beträchtlich. Tafel 2 gibt einen Überblick über die Zusammensetzung der Abwässer von den verschieden angesetzten Hefearten. Die Zahlen wurden mir von Herrn Prof. Zunker in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt. Die Spalten 2 bis 4 zeigen, wie außerordentlich hoch der Gehalt an organischen und mineralischen Nährstoffen bei den Hefeabwässern ist. Schon mit einer Abwasserhöhe von 10 mm der Versandhefe werden 991 kg Trockenmasse auf den Hektar aufgebracht, in welcher sich u. a. 52 kg reines N, 193 kg K_2O und Na_2O und 20 kg P_2O_5 befinden.

Tafel 2

Hefeabwasserzusammensetzung

1	2	3	4	5	6	7	8
Abw. Art	Schlempe der Versandhefe	Maische der Anstellhefe	Maische der Alk.-Würze	Gehalt des Abwassers in % seiner Trockenmasse			Gehalt des Abwassers d. Versandhefe zu dem der Anstellhefe und der Alkohol-Maische
Entnahmestelle:	an den Separatoren			Versandhefe	Anstellhefe	Alkohol-Maische	
	Gehalt des Abwassers g/l			%	%	%	
Trockenmasse . .	9,91	48,54	99,09	100	100	100	1 : 4,9 : 10
Organ. Masse . .	5,80	32,94	67,14	48,53	67,87	67,76	1 : 5,7 : 11,6
Asche	4,11	15,60	31,95	41,47	32,13	32,24	1 : 3,8 : 7,8
ges. N	0,52	2,14	1,35	5,25	4,45	1,36	1 : 4,2 : 2,6
Ammoniak N . .	0,—	0,—	0,—	0,—	0,—	0,—	0 : 0 : 0
Kali (K_2O) . . .	1,54	5,72	10,27	15,55	11,78	10,36	1 : 3,7 : 6,7
Natrium (Na_2O)	0,39	1,69	2,62	3,93	3,48	2,64	1 : 4,3 : 6,7
Kalk (CaO) . . .	0,22	0,46	0,58	2,21	0,95	0,59	1 : 2,1 : 2,6
Phosphors. P_2O_5	0,20	0,09	0,05	2,02	0,19	0,05	1 : 0,5 : 0,2
Chlor (Cl) . . .	0,59	1,35	1,18	5,95	2,78	1,19	1 : 2,3 : 2
Schwefel (S) . .	0,30	0,65	0,86	3,03	1,34	0,87	1 : 2,2 : 2,9

Spalte 8 zeigt, um wieviel mehr die Nährstoffe in den Abwässern der Anstellhefe und der Alkoholwürze vorhanden sind. Die Spalten 5 bis 7 geben den prozentualen Gehalt der einzelnen Stoffe in den verschiedenen Abwässern an, wenn die Trockenmasse gleich 100 gesetzt wird. Rechnet man unter Zugrundelegung der Tafel 2 den rechnungsmäßigen Düngewert der Hefeabwässer in Handelsdünger um, so entsteht die Tafel 3. Auch aus dieser Tafel ist zu erkennen, wie übermäßig groß besonders der Anteil an Kali und in zweiter Linie an Stickstoff in den Hefeabwässern ist und wie sehr dagegen der Gehalt an Phosphorsäure abfällt. Weiter können wir noch aus Tafel 2 und 3 ersehen, daß das Verhältnis von „N" zu „K_2O" zu „P_2O_5" in dem Abwasser der verschiedenen Hefearten recht unterschiedlich ist. Abb. 1 zeigt uns dieses unterschiedliche Verhältnis in einer graphischen Darstellung.

Tafel 3

Höhe der Abw.-gabe	Vers.-hefe	Anstell-hefe	Alkohol-würze	Vers.-hefe	Anstell-hefe	Alkohol würze	Vers.-hefe	Anstell-hefe	Alkohol-würze
	als 15 % $NaNO_3$ berechnet			als 42 % K_2O berechnet			als 18 % $Ca(H_2PO_4)_2$ berechnet		
mm									
100	34,66	142,70	90,—	36,66	136,19	244,52	11,11	5,—	2,77
90	31,19	128,43	81,—	32,99	122,57	220,07	10,—	4,5	2,49
80	27,73	114,16	72,—	29,33	108,95	195,62	8,89	4,—	2,22
70	24,26	99,89	63,—	25,66	95,33	171,16	7,78	3,5	1,94
60	20,80	85,62	54,—	22,—	81,71	146,71	6,67	3,—	1,66
50	17,33	71,35	45,—	18,33	68,10	122,26	5,56	2,5	1,39
40	13,86	57,08	36,—	14,66	54,48	97,81	4,44	2,—	1,11
30	10,40	42,81	27,—	11,—	40,86	73,36	3,33	1,5	0,83
20	6,93	28,54	18,—	7,33	27,24	48,90	2,22	1,—	0,55
10	3,47	14,27	9,—	3,67	13,62	24,45	1,11	0,5	0,28

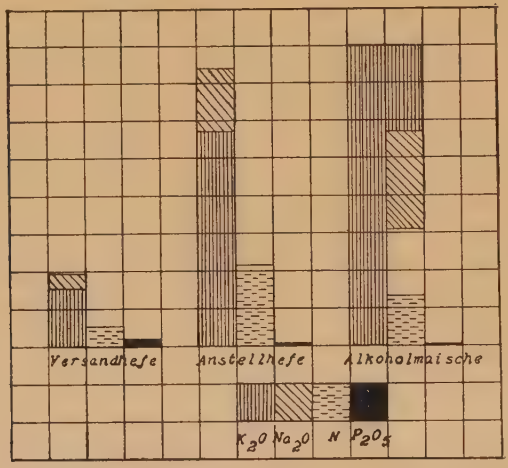

Abb. 1: Nährstoffmengen des Abwassers der Hefearten.

4. Erfahrungen über die landwirtschaftliche Verwertung von Hefeabwässern beim Verrieseln auf Grasland

Wie sich nun Hefeabwässer auf landwirtschaftlich genutzten Flächen auswirken, soll zunächst an Hand der Erfahrungen eines Betriebes geschildert werden, der Hefeabwässer auf Grasland verrieselt. Es handelt sich um einen Großbetrieb in Giesmannsdorf, Kr. Neisse O.-S., in welchem seit dem Jahre 1921 insgesamt 65 ha Wiese zur Berieselung mit Hefeabwässern eingerichtet sind. Vorher hatte ebenfalls schon eine Berieselung mit dem nach dem Wiener Verfahren gewonnenen Hefeabwasser stattgefunden.

Die berieselte Fläche liegt in einer Meereshöhe von 220 bis 222 m NN. Die monatlichen und jährlichen Regenmengen in mm waren im dreißig-

jährigen Durchschnitt (1908—1937) und im Durchschnitt von 1921 bis 1937 in der nächstbenachbarten Wetterbeobachtungsstation Neisse, Seehöhe bis 1920 185 m, ab 1921 190 m NN, folgende:

Tafel 4

Jahre	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	im Jahr
1908—1937	35	29	35	46	65	80	112	77	54	55	37	31	656
1921—1937	30	28	30	49	64	78	95	70	56	56	35	30	621

Die Eistage und Frosttage (Eistage haben ein Temperaturmaximum unter O°, Frosttage ein Temperaturminimum unter 0°) waren im dreißigjährigen Mittel von 1881—1910 in Glatz (Seehöhe: 286 m NN) folgende:

Tafel 5

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	im Jahr
Eistage . . .	14,1	7,9	2,5	—	—	—	—	—	—	—	3,1	9,9	37,5
Frosttage. . .	25,1	22,2	19,6	10,4	1,3	—	—	—	1,3	5,5	14,6	23,6	123,6

Es ist jedoch anzunehmen, daß durch die höhere Seehöhe von Glatz die Zahl der Frost- und Eistage für die berieselte Fläche etwas zu hoch ist.

Der Boden der berieselten Fläche ist humoser dunkler bis schwarzer lehmiger Sand. Auf dem Gelände der Preßhefefabrik befinden sich außer der Hefefabrik, die 1938 rd. 100 000 Ztr. Melasse verarbeitete und einen Anfall von etwa 100 000 cbm Abwasser hatte, noch eine Brauerei und eine Molkerei, die ihre Abwässer mit denen der Hefefabrik vereinen. Die reinen Hefeabwässer fielen 1938 an fünf Tagen der Woche mit stündlich 12 bis 15 cbm, zeitweise bis zu 30 cbm an. Der Anfall der Molkereiabwässer ist unbedeutend. Die Abwässer der Brauerei fielen täglich etwa vier Stunden in etwa doppelt so großer Menge wie die Hefeabwässer an. Ihr Gehalt an Pflanzennährstoffen ist jedoch verhältnismäßig so gering, daß sie ebenso wie die Molkereiabwässer praktisch als Verdünnungswasser angesehen werden können. Nach dem Verlassen aus der Hefefabrik wird deren vorher noch gekalktes Abwasser durch ein betoniertes Klärbecken geleitet, das aus zwei Abteilungen besteht, welche umschichtig benutzt werden. Während das Abwasser die eine Abteilung durchläuft und die durch den Kalk verursachten Niederschläge absetzt, kann die andere Abteilung gereinigt werden. Eine Reinigung jeder Abteilung des Klärbeckens findet etwa alle vierzehn Tage statt, wobei der Schlamm eine Höhe von etwa $^1/_2$ m hat. Beim Reinigen wird der Schlamm aufgerührt und mit dem noch vorhandenen Abwasser ausgepumpt. Der ausgepumpte Schlamm wird kompostiert. Hat das Abwasser dieses Klärbecken durchflossen, so läuft es in einem offenen Kanal weiter und trifft hier mit den Abwässern der Brauerei und der Molkerei zusammen. Die Abwässer fließen gemeinsam etwa 300 m weit in ein zweites größeres, ebenfalls betoniertes Absitzbecken,

das unmittelbar an dem Berieselungsgelände liegt, das durch seine hüglige Lage von Natur aus für eine Berieselung wie geschaffen ist. Dieses Absitzbecken besteht wiederum aus zwei Abteilungen. Jedes dieser Becken weist eine Oberfläche von 50 m² auf. Benutzt und gereinigt werden die Becken umschichtig alle vier Wochen. Der Schlamm steht dann in den Becken etwa 1 m hoch. Gereinigt werden diese zweiten Klärbecken von einem Bauern, der eine neben dem Klärbecken liegende Rieselwiese gepachtet hat und den ausgepumpten Schlamm sofort auf sein Pachtland verteilt. Diese Wiese trägt im Gegensatz zu den anderen Rieselwiesen viele Unkräuter, wie Ochsenzunge, Sauerampfer, Brennessel und Seggen. Obwohl der Pflanzenbestand sehr üppig ist, zeigt er doch kaum 50 % gute Gräser. Nach dem Verlassen des zweiten Klärbeckens werden die Abwässer durch gemauerte Zuleiter den einzelnen Rieselrinnen der Wiesen zugeführt. Das Abwasser zeigt bis dahin eine dunkelbraune Farbe. Außerdem macht sich an heißen Tagen ein leichter übler Geruch nach Schwefelwasserstoff bemerkbar.

Die Wiesen werden etwa alle 20 Tage 24 Stunden lang berieselt, wobei der Berieselungswärter darauf zu achten hat, daß nirgends Überstauungen vorkommen. Nach dem Umstellen auf ein anderes Wiesenstück ist das Abwasser nach etwa 12 Stunden vollkommen in den Boden eingezogen. Als Dränwasser wird es nochmals auf ein tiefer liegendes Gelände verrieselt. Es zeigt jetzt eine dunkelgrüne Farbe und riecht leicht moorig; hat doch der Boden auf größeren Flächen bis zu größerer Tiefe im Laufe der Jahrzehnte einen stark humosen, nahezu moorigen Charakter bekommen. Nach dem zweiten Verrieseln kommt das Abwasser aus den Dränrohren klar und geruchlos mit etwas Eisenockergehalt heraus. Manchmal wird der zweiten Verrieselungsstufe noch Frischwasser aus dem vorhandenen Dorfbach zugesetzt. Das Bachwasser hat nun allerdings nicht mehr die Aufgabe, das Abwasser zu verdünnen, sondern wird nur beigegeben, um die Wiesen mit genügend Wasser zu versorgen. Die Höhe einer Abwassergabe beträgt etwa 50 mm. Die Wiesen sind in einer Tiefe von 0,8 bis 1m gedränt. Die Dränentfernung beträgt 8 bis 12 m.

Das von den Rieselwiesen gewonnene Gras bildet als Grünfutter und Heu die Futtergrundlage für den Milch- und Jungviehstall des Gutsbetriebes. Da der Grasbestand sehr üppig ist, das Gras andererseits sehr schwer trocknet, wird nach folgendem Verfahren geerntet:

Es werden zunächst auf den schnittreifen Wiesen breite Streifen herausgemäht, die sofort in den Kuhstall gebracht werden. Dadurch soll dem übrigen Gras, das als Heu gewonnen wird, der nötige Platz verschafft werden. Nach Angabe der Betriebsleitung werden, alles Gras als Heu gerechnet, etwa 50 dz/ha lufttrockenes Heu je Schnitt gewonnen. Die Heubereitung erfolgt durch Wenden und Auflockern des Heus mit den Handrechen. Ein Aufreutern findet nicht statt, einerseits aus Mangel an Reutergerät, andererseits wächst das junge Gras derartig schnell nach, daß es unter den vielen Reutern zu häßlichen Fehlstellen kommen würde. Ebenso wird der Grasschnitt während der ersten Tage nicht eingelappt, da sein Wassergehalt dann noch so hoch ist, daß es sich durch das Einkappen

erhitzen und unnötige Nährstoffverluste erleiden würde. Bei einigermaßen günstiger Witterung braucht das Gras etwa acht bis zehn Tage, um zu trocknen. Der Gutsbetrieb erntet von seinen Wiesen vier Schnitte mit nachfolgender Hutung im Jahre, die Wiesen der Pächter geben vier bis sechs Schnitte.

Das Gras wird sowohl in frischem Zustande als auch in Form des Heus von den Tieren gern genommen. Die Grasnarbe ist sehr dicht und besteht hauptsächlich aus guten Gräsern wie Fuchsschwanz, Welsches Weidegras, Wiesenschwingel und Hohen Schwingel. Einzelne Flächen werden vom Wiesenfuchsschwanz bis zu etwa 80 % des Grasbestandes eingenommen, auf anderen Teilstücken herrscht Welsches Weidegras oder auch Knaulgras vor. Die stärkste Entwicklung von Wiesenfuchsschwanz und Knaulgras setzt meistens vom dritten Jahre nach der Graseinsaat ein. Nach etwa sechs bis sieben Jahren wird der Pflanzenbestand schlechter, es treten saure Gräser auf, und nach etwa zehn bis zwölf Jahren wird die Wiese umgebrochen.

Die umgebrochenen Wiesenstücke werden erst im vierten Jahre wieder als Wiese benutzt. In den drei Zwischenjahren werden Rüben, Kartoffeln und Gemenge angebaut, die meistens gute Durchschnittserträge liefern. Solange diese Stücke als Ackerland genutzt werden, werden sie nicht berieselt, sondern erhalten normale Düngung und Kalkung. Als Unkraut auch auf neu angelegten Wiesen macht sich Ochsenzunge und an den Wiesenrändern etwas Sauerampfer, Huflattich und Brennessel breit. Als wirksamstes Mittel gegen die Ochsenzunge hat sich das Ausstechen bewährt, das während der arbeitsärmeren Zeit regelmäßig von den Arbeitsfrauen unter Anleitung des Berieselungswärters durchgeführt wird.

Außer den im Berieselungswasser enthaltenen Pflanzennährstoffen wird den Wiesen keine Düngung oder Kalkung zugeführt. Es sollen aber jetzt Versuchsstücke angelegt werden, die eine unterschiedliche Zusatzdüngung mit Superphosphat, Thomasmehl und Kalk erhalten, um den Mengenverhältnissen der im Abwasser mitgeführten Nährstoffe Rechnung zu tragen.

Die technische Durchführung des Berieselns liegt in der Hand eines Wärters, der mit seiner Frau schon 26 Jahre lang auf diesem Betrieb tätig ist. Beide haben mit der Räumung der Rieselgräben und Instandhaltung der Anlage das ganze Jahr über zu tun. Seit dem Bestehen der Anlage sind selbst an sehr heißen Tagen Verbrennungen auch auf den kurz vorher berieselten Wiesen nicht vorgekommen. Die Dränung, die vor 16 Jahren erneuert wurde, ist auch heute noch in Ordnung.

Wie schon bemerkt, bildet das Rieselgras die Fütterungsgrundlage für den Kuhstall; als Zugabe erhält das Milchvieh je Kopf etwa 1 bis 2 kg eiweißreiche Handelsfuttermittel, außerdem werden Trockenschnitzel und Sauerfutter als Beikost zugegeben. Krankheiten auf Grund der Fütterung sind nur in den ersten Jahren bei Einführung der Berieselung vorgekommen. Nachdem man aber den Tieren zu dem sehr eiweißreichen Rieselgras genügend Kohlenhydrate als Beifutter gab, kamen Ausfälle nicht mehr vor. Der Stalldurchschnitt betrug im Jahre 1939 3200 l, allerdings bei einem

Fettgehalt von nur 2,8 %. Die Betriebsleitung führt disen Umstand jedoch nicht auf die Fütterungsgrundlage, sondern hauptsächlich auf die Maul- und Klauenseuche zurück, die vor etwa einem Jahr sich gerade in diesem Betriebe heftig ausgewirkt hat. An den Schweinestall wird Grünfutter von den Berieselungswiesen nicht gegeben. Es liegen deshalb noch keine Erfahrungen vor, wie sich eine Fütterung der Schweine mit Rieselgras auswirken würde.

Da die Betriebsleitung mit den bisherigen Ergebnissen der Verwertung von Hefeabwässern sehr zufrieden ist, erwägt sie, neben der Berieselungsanlage noch eine Großfeldberegnungsanlage anzuschaffen, um die Dungkraft der Hefeabwässer auch den als Ackerland genutzten Flächen zugute kommen zu lassen. Im übrigen sind die 65 ha Berieselungsland durchaus imstande, die jährlich anfallenden Abwassermengen voll aufzunehmen.

Der Vorfluter für das Berieselungsgelände ist die sogenannte „Bache". Klagen über eine Verunreinigung desselben durch das Hefeabwasser sind während des Berieselungsbetriebes nicht laut geworden.

5. Erfahrungen über die landwirtschaftliche Verwertung von Hefeabwässern durch Verregnen auf Acker und Grasland

Während die Verwertung des Hefe- nebst Verdünnungsabwassers auf dem geschilderten Gutsbetriebe in G. auf dem hängigen Gelände sehr leicht durchzuführen war und auch keine wesentlichen betriebswirtschaftlichen Umstellungen von Ackerwirtschaft in Wiesenwirtschaft erforderte, da dieser Betrieb 1028 ha umfaßt und davon nur 65 ha Grasland berieselt werden, liegen die Verhältnisse bei der Hefeabwasserverwertung in Konstadt O.-S. ganz anders.

In Konstadt beträgt der Abwasseranfall der dortigen Hefefabrik etwa 150 000 m^3 im Jahre. In Ermangelung eines für die Verrieselung des Abwassers geeigneten naheliegenden hängigen Geländes hatte man das Abwasser, das anfangs in einer geringeren Menge anfiel, zunächst dem Konstädter Bach zugeleitet. Die Geruchsbelästigungen führten dann dazu, daß man versuchte, das Hefeabwasser zusammen mit dem Abwasser der Stadt Konstadt, die im Jahre 1927 eine Kanalisation erhielt, auf Tropfkörpern zu reinigen. Konstadt hat 4000 Einwohner, und bei dem daraus sich ergebenden Verhältnis von städtischem Abwasser zu Hefeabwasser erwies sich die genügende Reinigung beider Abwässer durch die Tropfkörper als unmöglich. Zur Entlastung der Kläranlage wurden am Stadtrande auf 6 ha Ödland 13 Filterbecken angelegt, auf denen das überschüssige Abwasser zum Versickern gebracht wurde. Aber auch dieses Mittel erwies sich bald als ungenügend, indem das abfließende Dränwasser nur ungenügend gereinigt dem Konstädter Bach zufloß und in diesem Geruchsbelästigungen und Schäden in den unterhalb liegenden Fischteichen zur Folge hatte. Auch entstanden schwere Geruchsbelästigungen durch die Filterbecken, auf denen das Abwasser bald nur noch sehr langsam versickerte. Auch eine Erweite-

rung durch einige Hektar hängiges Gelände, das als Rieselfeld eingerichtet wurde, brachte keine wesentliche Besserung. Die Stadt Konstadt entschloß sich schließlich, ihr Abwasser allein zu reinigen, und die Hefefabrik war gezwungen, für die Beseitigung ihres Abwassers nach neuen Möglichkeiten zu suchen.

Es kam im Jahre 1933 zur Bildung einer Abwasserverregnungsgenossenschaft, der außer der Fabrik sechs Grundbesitzer angehören. Das Genossenschaftsgebiet und seine Lage zur Fabrik ist aus Abbildung 2 zu ersehen, die mir Herr Prof. Zunker freundlichst zur Verfügung gestellt hat. Es umfaßt 100 ha Fläche. Der Hauptbeteiligte besitzt rd. 80 ha dieser Fläche.

Abb. 2: Lageplan der Abwasserverregnung in Konstadt

und ist gleichzeitig dabei mit rd. 90 % seiner ganzen Gutsfläche an der Genossenschaft beteiligt. Das Beteiligungsverhältnis ist also hier ein sehr viel ungünstigeres als in G. Außerdem ist das Gelände ziemlich eben, so daß im wesentlichen nur eine Verregnung des Abwassers mit ihren höheren Betriebskosten in Frage kommen konnte.

Im Jahre 1935 wurde die Beregnungsanlage als flügelbewegliche Anlage mit einer unterirdischen Druckrohrleitung von 5128 m Länge, die

aus gußeisernen Muffenrohren besteht, ausgeführt. Auf 1200 m Länge hat die Druckrohrleitung zunächst 150 mm lichte Weite, und hieran schließen sich zwei Ringleitungen von 100 bzw. 125 mm lichter Weite. Von der Stammleitung zweigt eine Stichleitung von 100 mm nach den vorher erwähnten Filterbecken ab, um bei Störungen während des Regenbetriebes das anfallende Abwasser den Filterbecken zuleiten zu können. In Abständen von 50 m sind Hydranten, im ganzen 74 Stück, vorhanden, an welche die oberirdische Leitung angeschlossen wird. Die tragbare oberirdische Leitung hat eine Gesamtlänge von 720 m. Sie besteht aus 6 m langen, mit 30 cm hohen Füßen versehenen Perrot-Schnellkupplungsrohren von 80 mm lichter Weite aus feuerverzinktem Bandstahl und einem Gewicht von 18 kg. Zu jeder der unterirdischen Ringleitungen gehört ein Geräteschuppen mit einem Aufenthaltsraum für die Beregnungswärter. Außer den tragbaren Regnerrohren und Regnern kann in jeden Schuppen ein gummibereifter Rohrwagen untergestellt werden, auf den 35 Rohre geladen werden können. Zur Ausstattung einer jeden Ringleitung gehören 3 Perrot-Großkreisflächenregner vom Typ B 29 mit einer Düsenweite von 20 mm, einem stündlichen Wasserverbrauch von je rd. 30 cbm und einer Wurfweite von 30 bis 32 m bei einem Druck von 3,5 atü. Wegen der notwendigen Überschneidungen der beregneten Kreisflächen beträgt die von einem Regner beregnete nutzbare Fläche $^1/_4$ ha. Die auf diese Fläche bezogene Regenhöhe beträgt in der Stunde etwa 10 mm. Als Antriebsmaschinen für die beiden mehrstufigen Hochdruckschleuderpumpen dienen 2 Elektromotoren von je 27 PS. Des weiteren ist durch eine Verbindung zwischen dem Konstädter Bach und der Pumpstation dafür gesorgt, daß im Bedarfsfalle Verdünnungswasser den Hefeabwässern zugeleitet und mitgepunpt werden kann.

Die Anlage wird von zwei Regenwärtern bedient, die sich gegenseitig in der Arbeit abwechseln. Die Arbeit des Beregnens ist verhältnismäßig einfach, da das Umstellen der Regner und das Verlegen der oberirdischen Leitung selbst bei dem gleichzeitigen Betrieb von zwei Regnern auch bei ungünstiger Witterung und Bodenverhältnissen nicht mehr als 45 Minuten beansprucht. Da die Regner im allgemeinen 2 Stunden laufen, bleiben immer noch 75 Minuten übrig, während welcher Zeit der Wärter nur das ordnungsmäßige Arbeiten der Regner zu beobachten hat.

Seit der Inbetriebnahme der Anlage sind Betriebsstörungen nur in der Stammleitung von 150 mm l. W. dadurch entstanden, daß die Dichtungen an den Muffen herausgepreßt wurden. Diese Schäden konnten jedoch innerhalb kurzer Zeit beseitigt werden. Hervorgerufen wurden sie meistens dadurch, daß die Fabrik die Regenwärter zu spät davon benachrichtigte, daß mit zwei Pumpen gearbeitet werden würde und infolgedessen noch ein zweiter Regner einzuschalten sei. An der oberirdischen Leitung sind bis zum Jahre 1939 gegen 30 Rohre dadurch unbrauchbar geworden, daß sie von den Hefeabwässern stark angegriffen worden sind. Die Regner selbst sind bis jetzt ohne weitere Betriebsstörung gelaufen und haben sich bestens bewährt.

Nachdem die Abwässer das Fabrikgebäude verlassen haben, durchfließen sie einen Schlammfang und gelangen in ein Sammelbecken von je

30 m³ Inhalt mit zwei Kammern, die jede Woche gereinigt werden. Bei dem geringen Fassungsvermögen der Sammelbecken erfolgt ein Vermischen der verschiedenen Arten der Hefeabwässer miteinander nur unvollkommen, so daß manchmal sehr konzentriertes Abwasser gepumpt wird. Auch ist der Anfall an Abwässern oft so stark, daß beide Pumpen allein für das Abwasser gebraucht werden und Bachwasser als Verdünnungswasser nicht hinzugesetzt werden kann.

Das beregnete Gelände hat eine Seehöhe von 164 bis 168 m. Die monatlichen und jährlichen Niederschlagsmengen im 30jährigen Mittel (1909—1938) und des 10jährigen Mittels von 1929 bis 1938 betragen nach den Beobachtungen der Regenstation Konstadt O.-S. (165 m NN):

Tafel 6

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	im Jahr
1909—1938	38	29	29	43	51	64	88	66	52	48	39	37	589
1929—1938	28	26	24	43	69	58	80	65	59	54	35	23	578

Hier zeigt es sich, daß im Mittel der letzten zehn Jahre die Niederschlagsmengen in den Monaten Mai, September und Oktober etwas größer geworden sind, trotzdessen bleibt der Jahresniederschlag immer noch hinter dem 30jährigen Mittel um 11 mm zurück. Beachtenswert ist, daß die Jahresniederschläge seit Beginn der Beregnung, 1936 620 mm, 1937 583 mm, 1938 654 mm, größer sind als der Jahresdurchschnitt von 1929 bis 1938.

Die Zahl der Eis- und Frosttage nach den Aufzeichnungen der Beobachtungsstation Oppeln O.-S. (157 m NN) dürfte mit den Eis- und Frosttagen in Konstadt übereinstimmen. Sie betragen in Oppeln nach dem Klimaatlas von Hellmann für die Monate und das Jahr im 30jährigen Mittel von 1881 bis 1910:

Tafel 7

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	im Jahr
Eistage	11,8	7,0	2,0	—	—	—	—	—	—	0,1	2,7	8,8	32,4
Frosttage . .	24,0	21,2	15,9	4,9	0,5	–	—	—	0,1	2,7	12,7	20,9	102,9

Etwa zwei Drittel der Genossenschaftsfläche besteht aus sandigem Lehm, der übrige Teil geht in lehmigen Sand über. In der Nähe des Konstädter Baches ist der Boden anmoorig. Auf dem Gelände des mit 90 % der Fläche beteiligten Hauptgenossen war das Anbauverhältnis vor Beginn der Abwasserverregnung und im 3. Jahre nach Einführung der Beregnung so, wie in Tafel 8 angegeben.

Wir sehen aus Tafel 8, daß vor Beginn der Beregnung über ¼ der landwirtschaftlich genutzten Fläche für den Anbau von Grünfutter not-

Tafel 8

Anbauverhältnis in % der landw. genutzten Fläche

Fruchtart	Vor Beginn der Beregnung %	im 3. Jahre der Beregnung %
Weizen	21,1	12,8
Roggen	6,1	5,6
S. Gerste	8,3	9,7
Hafer	11,2	8,8
Halmfrüchte	46,7	36,9
Kartoffeln	13,4	18,8
Zuckerrüben	5,5	9,4
Futterrüben	3,1	1,9
Mais	3,7	4,4
Hackfrüchte	25,7	34,5
Flachs	—	7,2
Hanf	—	8,8
Mohn	0,4	—
Raps	0,2	—
Handelsfrüchte	0,6	16,—
Luzerne	7,5	—
Klee/Gemenge	6,3	—
Grasgemisch	—	6,2
Feldfutterbau	13,8	6,2
Wiesen	11,3	4,7
Weiden	1,9	1,9
Grünland	13,2	6,4
Landw. genutzte Fläche	100	100

wendig war. Die Halmfrüchte hatten einen Vorsprung von 21 % vor dem Hackfruchtbau. Handelsfrüchte wurden so gut wie nicht angebaut.

Im 3. Beregnungsjahr (1938) hat sich das Anbauverhältnis stark gewandelt. Die Grünfutterflächen sind um 53,3 % ihrer Anbaufläche zurückgegangen und nehmen nur noch $^1/_8$ der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Anspruch. Die Halmfrüchte haben 21 % ihrer Anbaufläche verloren. Die Hackfrüchte haben dagegen ihre frühere Fläche um 34,2 % ausgedehnt, und die Handelsfrüchte haben sogar 15,4 % der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche gewonnen.

Von den Halmfrüchten haben Hafer und Roggen etwas an Anbaufläche verloren. Weizen wird fast nur zur Hälfte angebaut. Gerste hat ihre Fläche etwas vergrößert.

Bei den Hackfrüchten hat die Anbaufläche für Zuckerrüben um 3,9 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche zugenommen, die der Futterrüben um 1,2 % abgenommen. Der Anbau der Kartoffeln ist um 5,4 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche verstärkt worden. Auch Mais hat seine Anbaufläche vergrößert.

Handelsfrüchte wurden vor Beginn der Feldberegnung nur als sogenannte „Lückenbüßer" angebaut, hauptsächlich Mohn, Flachs oder Raps; heute werden vor allem Hanf und Flachs zu etwa gleichen Teilen angebaut.

Beim Feldfutterbau wurden vor Beginn der Abwasserverwertung Klee, Gemenge und Luzerne angebaut, während heute hauptsächlich Grasgemisch, das teilweise mit Inkarnatklee gemischt ist, ausgesät wird.

Das Grünland hat seinen Bestand an Weiden behalten, während die Wiesen 58,4 % ihrer Fläche verloren haben.

Alle Ernteergebnisse des Gutes entsprachen vor Beginn der Beregnung im Durchschnitt den Erträgen, die unter gleichen Verhältnissen in den benachbarten Betrieben erzielt wurden. Als Durchschnittserträge für unberegnete Flächen können bei nachstehenden Feldfrüchten folgende Zahlen gelten:

Tafel 9

Durchschnittserträge vor Beginn der Beregnung

W.Weizen Körner dz/ha	Roggen Körner dz/ha	Gerste Körner dz/ha	Hafer Körner dz/ha	Kartoffeln Knollen dz/ha	Zuckerrüben ohne Blattmasse dz/ha	Futterrüben ohne Blattmasse dz/ha
28,7	22,7	24,7	27,8	173	271	425

Zahlen über die Ernteerträge von den anderen Feldfrüchten waren für die Zeit vor der Beregnung von der Betriebsleitung nicht zu erfahren.

Die Durchschnittsernteergebnisse für beregnete Flächen von 1936 bis 1938 waren nach den Angaben der Betriebsleitung folgende:

Tafel 10

W. Weizen Körner dz/ha	Roggen Körner dz/ha	S.Gerste Körner dz/ha	Hafer Körner dz/ha	Kartoffeln Knollen dz/ha	Zuckerrüben ohne Blattmasse dz/ha	Futterrüben ohne Blattmasse dz/ha	Mais Körner dz/ha	Flachs m. Sam. dz/ha	Hanf dz/ha
16,2	19,2	20,9	23	180	465	600	36	42	66

Wir sehen aus Tafel 9 und 10, daß die Ernteerträge für Halmfrüchte durchweg kleiner geworden sind, ganz besonders fällt Weizen ab. Roggen dagegen hält sich noch verhältnismäßig gut, obwohl gerade er dafür bekannt ist, daß er Beregnung schlecht verträgt. Ebenso hat Hafer, der für Beregnung sonst dankbar ist, niedrigere Ernteergebnisse. Die Abnahme der Erträge bei Gerste sind gegenüber der bei den anderen Halmfrüchten nicht allzugroß. Wie weit sich die Beregnung auf den Eiweißgehalt der Gerste auswirkt, ist noch ungeklärt, da sie im Betriebe verbraucht wird.

Die Massenerträge der Hackfrüchte sind bedeutend größer geworden. Der Massenertrag an Zuckerrüben hat um 42 % zugenommen, die Futterrüben zeigen ein um 29 % besseres Ergebnis. Allerdings lag der Zuckergehalt der beregneten Rüben nach Angaben der Zuckerfabrik um 2 bis 4 %

niedriger als bei den nicht beregneten. Immerhin wird dieser Verlust durch den stark erhöhten Massenertrag und die vermehrte Futtergewinnung durch die Blattmasse mehr als ausgeglichen. Auch Kartoffeln haben einen kleinen Mehrertrag von 4 % an Masse. Aus Sortenanbauversuchen scheint hervorzugehen, daß das Saatgut von Kartoffelsorten, die auf beregneten Flächen angebaut waren, sowohl an Masse als auch an Stärkeprozenten geringere Erträge brachte als Sorten von unberegneten Flächen. Die Erträge von Mais stehen etwa mit denen, die von unberegneten Flächen stammen, auf gleicher Höhe. Obwohl gerade ein Teil desselben nach einer Regengabe von 20 mm Höhe mit reinem Abwasser am 28. und 29. Juni 1938 kurz vor der Blüte starke Verbrennungen zeigte, erholte er sich und blieb in seinem Ertrage nicht zurück.

Von den Handelsfrüchten hat sich auf der Gutsfläche besonders Hanf gut bewährt. Bei Flachs waren die Erträge recht schwankend; im allgemeinen kann man auf Grund der auf der Gutsfläche bis jetzt gemachten Erfahrungen reinen Anbau von Flachs bei Hefeabwasserberegnung empfehlen.

Besonders dankbar für die Hefeabwässer zeigten sich bei sachgemäßer Beregnung Wiesen, Weiden und Grasgemisch als Feldfutterbau. Hier sind die Erträge um mehr als das Doppelte gestiegen. Luzerne und Klee kamen nach erfolgter Beregnung wohl gut voran, gaben auch im ersten Jahre gute Erträge, verschwanden aber im nächsten Jahr.

Während des Schossens zeigte der beregnete Weizen einen grauen Schimmelbelag, dessen Ursache und Art bis jetzt noch nicht einwandfrei geklärt worden ist. Da trotz geringer Ansaatstärke und normalem Reihenabstand der Weizen sehr dicht stand, ist es durchaus möglich, daß die Erscheinung mit der geringen Luftzufuhr zusammenhängt, welche die jungen Pflanzen erhielten. Außer dieser Erkrankung konnten andere Getreidekrankheiten nicht festgestellt werden. Sämtliche Halmfrüchte lagerten jedoch stark.

Auf einer mit Flachs bestandenen Fläche trat kurz nach einer Beregnung der Erdfloh auf, während er auf 3 km weit entfernten unberegneten Flächen des Flachses nicht auftrat. Er behinderte das Weiterkommen des Flachses sehr. Das Erscheinen des Erdflohes dürfte aber kaum mit der Beregnung zusammenhängen.

Der größte Übelstand war das überaus starke Auftreten der Ackermelde, die erhebliche Bekämpfungsmaßnahmen erforderte. An weiteren Unkräutern fielen besonders große Exemplare von wilden Stiefmütterchen auf. Die anderen Unkräuter waren schwach vertreten.

Verbrennungserscheinungen traten nach dem Beregnen mit Hefeabwässern mehrfach auf, wenn in der warmen Jahreszeit mit zu stark konzentriertem Abwasser beregnet wurde.

Die Durchschnitts- und Höchstgaben in einer Wachstumszeit an Abwasser, die auf der Gutsfläche den verschiedenen Feldfrüchten vor und nach der Bestellung gegeben wurden, waren folgende:

Tafel 11

Durchschnitts- und Höchstabwassergaben in mm für eine Wachstumszeit

v = vor der Bestellung, n = nach der Bestellung

	Weizen mm		Roggen mm		Gerste mm		Hafer mm		Hanf mm		Flachs mm	
	v	n	v	n	v	n	v	n	v	n	v	n
Durchschnitt	40	40	20	20	20	20	20	20	100	80	40	20
max.		60	40	20	20	20	60		100	80	60	80

	Kartoffeln mm		Rüben mm		Mais mm		Feldfutterbau (Grasgemisch) mm		Grünland mm
	v	n	v	n	v	n	v	n	
Durchschnitt	60	40	80	60	40	20	20	20	160
max.	130	60	120	80	40	20	40	40	200

Das Abwasser, das nach der Bestellung gegeben wurde, wurde nach den ersten Erfahrungen in der warmen Jahreszeit zur Hälfte mit Bachwasser gemischt. Seit dem Herbst 1938 wurden die Schläge, die mit Feldfrüchten bestellt waren, stets nur mit $^1/_2$ Bachwasser und $^1/_2$ Abwasser beregnet. Halmfrüchte wurden auf der Gutsfläche auf den Kopf nicht mehr beregnet. Die einzelnen Regengabe betrug rd. 20 mm.

Die Reifezeit der beregneten Früchte stimmte im großen und ganzen mit der von unberegneten Flächen überein. Allerdings brauchten die beregneten Halmfrüchte bis zur Totreife durchschnittlich 3 bis 5 Tage länger als die unberegneten.

Das Gras wurde wegen der schwierigen Heubereitung meistens siliert, soweit es nicht als Grünfutter verwendet wurde. Im Silo hielt sich das Gras recht gut. Die Heubereitung dauert wie in Giesmannsdorf recht lange.

Das Zusammenfallen der Pflegearbeiten für den starken Hackfruchtbau mit den Grasernten machte sich als unliebsame Arbeitsspitze stark geltend.

Die Futtergrundlage für den Kuhstall bildete auch hier das beregnete Gras. Es wurde sowohl im grünen Zustande als auch als Heu gern angenommen. 1938 kamen einige Ausfälle an hochwertigen Kühen vor, die nach dem Verfüttern von jungem beregneten Gras eintraten. Nachdem aber genügend Kohlehydrate zugefüttert wurden, traten diese Erscheinungen nicht mehr auf. Auch der Milchertrag stieg hiernach von 2900 l auf 3200 l bei einem Fettgehalt von etwa 3,2 %, ohne daß besondere Handelsfuttermittel gegeben wurden.

Die vielen noch ungeklärten Fragen über die praktische Verwertung von Preßhefeabwässern veranlaßte die Genossenschaft, Herrn Prof. Dr.-Ing. Zunker um eine Untersuchung dieser Fragen anzugehen. Herr Professor Zunker richtete daraufhin im Frühjahr 1938 mit Unterstützung des Deutschen Ausschusses für Kulturbauwesen ein 2 ha großes Versuchsfeld auf dem Genossenschaftsgebiet (siehe Abb. 2) ein, dessen örtliche Betreuung mir für das Jahr 1938 übertragen wurde.

Das Versuchsfeld hatte eine Fläche von 156 mal 137,5 m = rd. 2 ha, die, wie Abb. 3 zeigt, in 684 Teilstücke von 4 mal 6,27 = 25,08 m² unterteilt

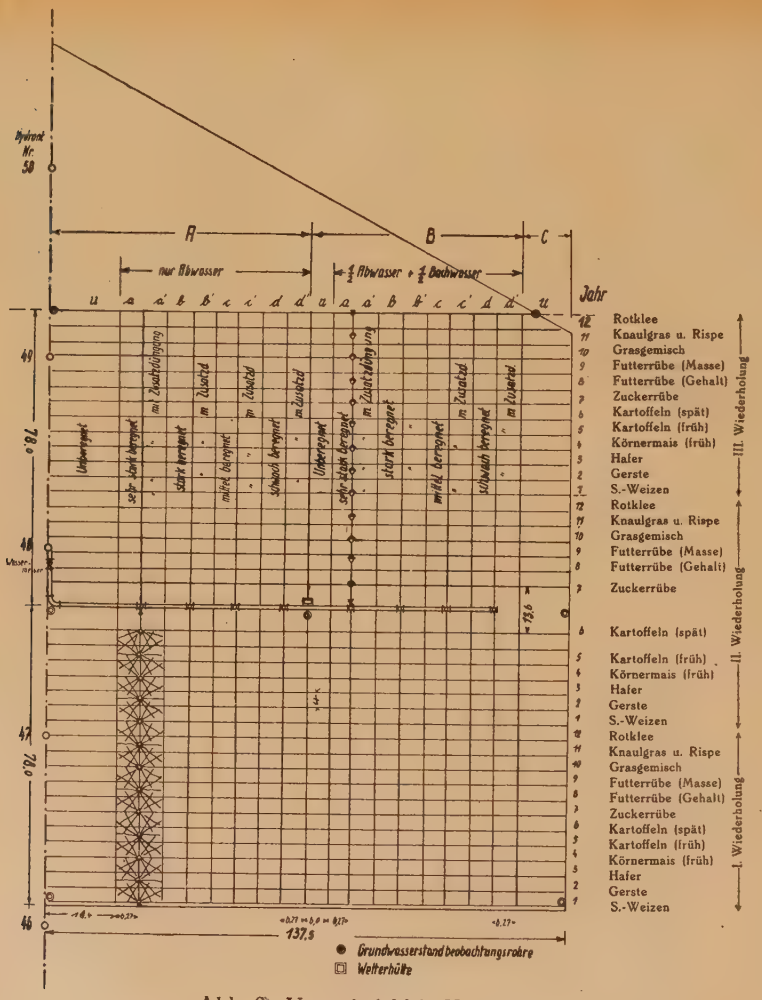

Abb. 3: Versuchsfeld in Konstadt

waren. Die Abbildung wurde mir liebenswürdigerweise von Herrn Prof. Zunker zur Verfügung gestellt. Die eine Längsseite wurde begrenzt von der Hydrantenlinie, die andere von der Bahnlinie Breslau—Kreuzburg. Die Grenze der einen Schmalseite bildete ein Graben, an die andere Schmalseite grenzte ein Wiesenstück. Der Boden war am Graben sehr lehmig und ging nach dem Wiesenstück allmählich in leichteren Boden über.

Für die technische Durchführung der Beregnung auf dem Versuchsfeld wurden vom Kulturtechnischen Institut der Universität Breslau die Geräte, soweit sie von der Genossenschaft nicht zur Verfügung gestellt werden konnten, angeschafft.

Vom Hydranten Nr. 49 der unterirdischen Feldleitung ging die oberirdische Feldleitung von 80 mm weiten Rohren zunächst durch einen Woltmann-Wassermesser mit angeschlossenem Manometer und Thermometer, sodann mit einem 90°-Bogen quer durch die Mitte des Versuchsfeldes. Jeder zweite Rohrschluß war hier mit dem nächsten durch ein Schnellkupplungs-T-Stück verbunden, auf das nach Bedarf Doppelschwanenhalsbogen mit Absperrschiebern oder Verschlußkappen aufgesetzt werden konnten. An die Absperrschieber der Schwanenhalsbogen wurden jederseitig der Feldleitung tragbare Regnerflügel von 78 m Länge und 87 mm l. W. angeschlossen, die auf jedem Rohrschluß von 6 m Länge eine Vierwege-Düse mit 8 mm Bohrungen trugen. Die Wurfweite der Vierwegedüse betrug bei 3 atü jederseitig rd. 6 m, die Streuweite somit 12 m. Die Regnerdüsen waren einzeln verstell- und abstellbar. Von Herrn Prof. Zunker waren die Teilstücke und die Regenanlage so entworfen, daß die aa'-Parzellen, sodann die bb'-, darauf die cc'- und schließlich die dd'-Parzellen von ihrer gemeinsamen Grenzlinie aus, auf der die Regnerflügel jeweilig verlegt wurden, entweder in der ganzen Flügellänge oder herabgehend bis zu je drei längs des Regnerflügels aneinanderstoßenden Teilstückenpaaren gleichmäßig beregnet werden konnten. In der Querrichtung war das Versuchsfeld in die Abteilungen A und B geteilt, von denen die Abteilung A mit unverdünntem Abwasser und die Abteilung B mit Abwasser, das zur Hälfte mit Bachwasser gemischt war, beregnet werden konnte. Jede Abteilung sollte wieder in sich verschieden stark beregnet werden: die Teilstückstreifen a a' sehr stark, b b' stark, c c' mittel, d d' schwach. Zwei unberegnete Streifen wurden am äußeren Rande der Abteilungen A und B und ein weiterer unberegneter Streifen zwischen den Abteilungen A und B angeordnet. Während die Teilstückstreifen a b c d nur Abwasser bzw. mit Bachwasser verdünntes Abwasser erhielten, wurden den Teilstückstreifen a' b' c' d' außer dem Abwasser noch eine besondere Zusatzdüngung verabfolgt. Die unberegneten Streifen bekamen normale Volldüngung. In der Längsrichtung wurden in dreifacher Wiederholung I, II und III je 12 Streifen angeordnet, die mit Getreide, Kartoffeln, Rüben, Mais, Klee und Gras bestellt wurden. An den Ecken des Versuchsfeldes und längs der oberirdischen Feldleitung wurden insgesamt 7 Grundwasserbeobachtungsrohre gesetzt und in der Mitte des Versuchsfeldes eine Wetterhütte mit Thermo-Hygrograph und Anemometer eingerichtet.

Da das Versuchsfeld erst im Frühjahr 1938 eingerichtet wurde, konnten als Halmfrüchte nur Sommerfrüchte angesät werden. Tafel 12 enthält die Anordnung der Streifen, die Aussaatmenge und die Zeit der Ansaat.

Die Aussaaten erfolgten verhältnismäßig spät, da die Witterung eine frühe Aussaat nicht zuließ, die angeforderten Beregnungsgeräte erst spät geliefert wurden und nach der erfolgten Vorberegnung der Boden für eine Einsaat eine Zeitlang zu feucht war. Die Düngung der verschiedenen Früchte zeigt Tafel 13.

Von Herrn Prof. Zunker wurde ein Soll-Beregnungsplan entworfen, der nach Möglichkeit innegehalten wurde und dem Ist-Beregnungsplan, wie er in Tafel 14 dargestellt ist, annähernd entsprach.

Tafel 12

Fruchtart	Fruchtsorte	Saatmenge kg/ha	Zeit der Ansaat
1. S.-Weizen	Janetzkis früher	100	14. April
2. Gerste (Braugerste)	Kneifel	140	19. „
3. Hafer	Siegeshafer	140	14. „
4. Körnermais (früh)	Janetzki Körnermais	60	25. „
5. Kartoffeln (früh)	Frühe Mölle	24 dz/ha	23. „
6. Kartoffeln (spät)	Ackersegen	24 dz/ha	23. „
7. Zuckerrüben	Klein-Wanzlebener	30	26. „
8. Futterrüben (Gehalt)	Veni Vidi Vici	30	26. „
9. Futterrüben (Massen)	Eckendorfer gelb	30	26. „
10. Grasgemisch	(siehe unten)	60	20. „
11. 60 % Knaulgras und 40 % Wiesenrispe	—	50	20. „
12. Schles. Rotklee	—	20	20. „

Grasgemisch: Knaulgras 25 %, Wiesenrispe 25 %, Hoher Schwingel 20 %, Fioringras 10 %, Deutsches Weidelgras 5 %, Wiesenfuchsschwanz 5 %, Rotschwingel 5 %, Kammgras 3 %, Weißklee 2 %.

Tafel 13

Fruchtart	Düngung der u-Teilstücke				Zusatzdüngung der a' b' c' d' Teilstücke	
	Stalldünger dz/ha	Kunstdünger in kg/ha			Stalldünger dz/ha	P_2O_5 kg/ha
		N	P_2O_5	K_2O		
1. S.-Weizen	—	50	40	60	—	25
2. Gerste	—	30	40	60	—	25
3. Hafer	—	50	40	60	—	25
4. Körnermais (früh)	300	50	40	80	200	25
5. Kartoffeln (früh)	300	50	40	80	200	25
6. Kartoffeln (spät)	300	50	40	80	200	25
7. Zuckerrübe	300	80	60	100	200	25
8. Futterrübe (Gehalt)	300	80	60	100	200	25
9. Futterrübe (Masse)	300	80	60	100	200	25
10. Grasgemisch	300	80	60	80	200	25
11. Knaulgras u. Rispe	300	80	60	80	200	25
12. Schles. Rotklee	300	80	60	80	200	25

Auf allen Rübenteilstücken kommen hierzu 20 kg/ha Borax gegen Herz- und Trockenfäule.

Beim Einrichten des Versuchsfeldes wurden sowohl von den unberegneten als auch von den beregneten Teilstücken Bodenproben entnommen. Sämtliche Proben hatten eine aktuelle Azidität von über 7. Das Versuchsfeld war im Jahre 1937 mit Kartoffeln und Rüben bestellt gewesen und hatte seit dem Beginn der Beregnung im Jahre 1936 160 mm unverdünnte Abwässer erhalten.

Im folgenden wird der Fruchtstand der verschiedenen auf dem Versuchsfeld angebauten Früchte besprochen.

Weizen, Gerste und Hafer gingen auf allen Teilstücken gleichmäßig auf, als einziger Unterschied war das stärkere Auftreten der Ackermelde auf den beregneten Flächen festzustellen, die jedoch leicht beseitigt

Tafel 14

Ist-Beregnung 1938 mit den Abwassergaben in cm

Fruchtart	Teilstück	Vorberegnung 8. u. 9. IV.	Nach der Einsaat 1. u. 2. VI.	26. u. 28. VI.	7. u. 8. VII.	17. u. 18. VIII.	Zusammen
1. S.-Weizen	a a'	3	4	3	2	—	12
	b b'	2	4	2	—	—	8
	c c'	2	2	1	1	—	6
	d d'	1	1	1	—	—	3
2. S.-Gerste	a a'	3	4	3	2	—	12
	b b'	2	4	2	—	—	8
	c c'	2	2	1	1	—	6
	d d'	1	1	1	—	—	3
3. Hafer	a a'	3	4	3	2	—	12
	b b'	2	4	2	—	—	8
	c c'	2	2	1	1	—	6
	d d'	1	1	1	—	—	3
4. Körnermais	a a'	5	2	2	2	2	13
	b b'	4	1	2	1	1	9
	c c'	3	1	1	1	1	7
	d d'	1	1	2	—	—	4
5. Frühkartoffeln	a a'	5	2	2	2	2	13
	b b'	4	1	2	1	1	9
	c c'	3	1	1	1	1	7
	d d'	1	1	2	—	—	4
6. Spätkartoffeln	a a'	5	2	2	2	2	13
	b b'	4	1	2	1	1	9
	c c'	3	1	1	1	1	7
	d d'	1	1	2	—	—	4
7. Zuckerrüben	a a'	5	2	2	2	2	13
	b b'	4	—	2	1	2	9
	c c'	3	—	1	1	2	7
	d d'	2	—	1	—	2	5
8. Futterrüben (Gehaltsrübe)	a a'	5	2	2	2	2	13
	b b'	4	—	2	1	2	9
	c c'	3	—	1	1	2	7
	d d'	2	—	1	—	2	5
9. Futterrüben (Massenrübe)	a a'	5	2	2	2	2	13
	b b'	4	—	2	1	2	9
	c c'	3	—	1	1	2	7
	d d'	2	—	1	—	2	5
10. Grasgemisch	a a'	5	4	4	3	4	20
	b b'	4	3	2	2	3	14
	c c'	3	1	—	2	2	8
	d d'	2	1	—	—	2	5
11. Knaulgras und Wiesenrispe	a a'	5	4	4	3	4	20
	b b'	4	3	2	2	3	14
	c c'	3	1	—	2	2	8
	d d'	2	1	—	—	2	5
12. Schles. Rotklee	a a'	5	4	4	3	4	20
	b b'	4	3	2	2	3	14
	c c'	3	1	—	2	2	8
	d d'	2	1	—	—	2	5

werden konnte. Am vierten Tage nach der Beregnung vom 1. und 2. Juni hoben sich die a a' und b b' Teilstücke der Abteilung A und B schon vorteilhaft von den unberegneten ab. Mitte Juni jedoch fingen die sehr stark und stark beregneten Teilstücke ohne Zusatzdüngung an zu lagern. Kurz nach der Beregnung vom 26. und 28. Juni lagerten Weizen, Gerste und Hafer auf allen mit reinem Abwasser beregneten Teilstücken, jene mit Zusatzdüngung allerdings weniger. Bei der mit $^1/_2$ Abwasser und $^1/_2$ Bachwasser beregneten Abteilung lagerten nur die Teilstücke a a' und b b'. Es muß betont werden, daß auch die unberegneten Teilstücke leicht lagerten. Bis zur Beregnung am 7. und 8. Juli, die nur noch die Teilstücke a a' und c c' betraf, war das Lagern auf allen Teilstücken größer geworden; nach dieser letzten Beregnung wurde das Lagern der Teilstücke a a' und c c' nicht größer. Verbrennungserscheinungen sind während des ganzen Wachstums auf keinem Teilstück vorgekommen.

Das Ernten der Gerste fand vom 26. bis 28. Juli statt; Hafer wurde am 5. und 6. August geerntet, Weizen vom 11. bis 13. August. Dabei wurde auf jedem Teilstück eine Fläche von 4 mal 2,5 = 10 qm zu Versuchszwecken abgeerntet. Das übrige wurde von dem Eigentümer der Fläche geerntet. Leider war die Witterung sehr ungünstig, so daß das Versuchsgetreide ziemlich lange auf dem Feld stehen mußte, ehe es ausgedroschen werden konnte. Der Erdrusch gab nach Umrechnung auf den Hektar das in Tafel 15 wiedergegebene Bild:

Tafel 15

Teilstück	Ergebnis der Getreideernte (Str. 1 bis 3)					
	Sommer-Gerste		Hafer		Sommer-Weizen	
	unverd. Abwas. A	$^1/_2$ Abwas. + $^1/_2$ Frischw. B	unverd. Abwas. A	$^1/_2$ Abwas. + $^1/_2$ Frischw. B	unverd. Abwas. A	$^1/_2$ Abwas. + $^1/_2$ Frischw. B
	dz/ha	dz/ha	dz/ha	dz/ha	dz/ha	dz/ha
Körner-Ertrag						
u	21,125	21,125	30,188	30,188	18,063	18,063
a	18,250	15,875	33,350	36,944	17,125	15,250
a'	22,750	14,875	30,907	39,100	17,125	16,375
b	18,000	16,000	32,919	27,600	16,500	16,375
b'	25,750	17,125	32,344	30,907	19,500	18,375
c	21,375	14,000	35,507	33,782	14,500	14,000
c'	17,375	15,375	29,182	29,038	15,625	17,750
d	13,250	17,375	31,625	24,725	15,125	15,875
d'	20,250	14,625	36,944	27,600	16,875	14,375
Stroh + Spreu						
u	59,688	59,688	57,312	57,312	66,938	66,938
a	69,250	56,625	44,525	60,931	77,250	66,750
a'	64,000	58,500	45,343	58,525	73,500	63,000
b	60,000	57,750	43,956	64,275	71,000	70,250
b'	54,875	62,125	45,406	50,343	71,750	67,875
c	59,900	61,500	50,118	56,593	67,375	68,500
c'	61,000	61,250	47,068	62,587	70,000	73,500
d	46,125	62,000	52,125	55,900	69,875	74,125
d'	62,675	58,500	56,556	53,500	69,750	73,125

Bei Sommer-Weizen ist der Körnerertrag der unberegneten Teilstücke bis auf die Teilstücke Ab' und Bb' höher als der Körnerertrag der übrigen.

Bei Sommer-Gerste sind die Körnererträge der Aa'- Ab'- und Ac-Teilstücke größer als die der unberegneten Flächen.

Hafer gibt gegenüber den unberegneten Flächen mehr Körnererträge von den Teilstücken Aaa', Abb', Ac; Add', Baa', Bb', Bc. Diese sehr ungleichen Ergebnisse sind jedoch, wie Herr Prof. Zunker bei den Versuchen im nächsten Jahre feststellen konnte, zum größten Teil auf die stark wechselnde Konzentration der verregneten Abwässer zurückzuführen. Eine weitere Steigerung der Erträge von beregneten Flächen ist zu erwarten, wenn man besonders lagerfeste Sorten wählt und durch frühzeitiges Stutzen oder Walzen ein zu schnelles Wachsen des Getreides verhindert.

Die Früh- wie auch die Spätkartoffeln kamen auf allen Teilstücken gleichmäßig hervor. Nach erfolgter Beregnung am 1. und 2. Juni schossen die beregneten Kartoffeln stark ins Kraut. Die beregneten Frühkartoffeln blühten vom 6. bis 10. Juni, die beregneten Spätkartoffeln vom 8. bis 13. Juni. Die unberegneten Früh- und Spätkartoffeln blühten etwa acht Tage eher. Am 16. Juli waren die Frühkartoffeln erntereif. Proben ergaben, daß die Knollen der Teilstücke A aa' bb' und Baa'bb' größer waren als die von den übrigen beregneten und unberegneten Teilstücken. Auf besonderen Wunsch des Genossenschaftsvorstehers wurden jedoch die Frühkartoffeln noch nicht geerntet, sondern erst mit den Spätkartoffeln zusammen. Die späteren Beregnungen vom 26. und 28. Juni, 7. und 8. Juli, 17. und 18. Juli ergaben, daß trotz der aufgebrachten Abwassermengen und dem an und für sich schon reichlichen Naturregen die Kartoffeln keine Fäulniserscheinung zeigten. Geerntet wurden Früh- und Spätkartoffeln vom 21. bis 23. September auf dieselbe Art wie die Halmfrüchte. Das Ernteergebnis ist in Tafel 16 wiedergegeben.

Tafel 16

Teilstück	Kartoffelernte			
	Frühe Mölle		Ackersegen	
	im Durchschnitt dz/ha		im Durchschnitt dz/ha	
	A	B	A	B
u	175,—	162,08	226,25	222,08
a	131,25	127,50	139,75	191,67
a'	127,08	161,25	153,33	186,67
b	122,50	140,—	128,33	171,67
b'	131,67	157,50	188,75	209,58
c	132,08	156,25	214,58	219,17
c'	130,42	155,42	216,83	171,67
d	128,75	143,75	215,—	222,92
d'	132,92	152,92	214,58	210,83

Sowohl bei den Früh- als auch bei den Spätkartoffeln sind die Erträge der unberegneten Flächen größer als die der beregneten Teilstücke. Proben

auf den Stärkegehalt ergaben bei den Frühkartoffeln, daß der Stärkegehalt sämtlicher beregneter Proben 1 bis 2% größer war als der der unberegneten. Bei den Spätkartoffeln hielten sich die Stärkeprozente der unberegneten Teilstücke in der Mitte zwischen den Prozenten der beregneten. Da gerade die auf dem Versuchsfeld angebauten Kartoffelsorten auch auf den beregneten Flächen der Genossenschaft gegenüber anderen Sorten schlechte Ernteergebnisse brachten, kann dieser Versuch nicht als allgemeingültig für die Zuträglichkeit der Hefeabwässer für Kartoffeln angesehen werden.

Die Rüben gingen ebenso wie die Kartoffeln gleichmäßig auf. Aber schon nach der Beregnung vom 1. und 2. Juni hoben sich die stark beregneten Parzellen deutlich von den schwach beregneten und ganz besonders von den unberegneten nicht nur in der Größe, sondern auch in der Farbe ab, die bei den stark beregneten Teilstücken in einem kräftigen Dunkelgrün bestand. Als Pflege erhielten die Rüben eine Maschinenhacke und wurden anschließend geeinzelt. Nach der Beregnung vom 26. und 28. Juni hoben sich auch die mit Zusatzdüngung versehenen Teilstücke von den übrigen durch ein noch kräftigeres Aussehen ab. Alle diese Unterschiede blieben auch nach der Beregnung vom 7. und 8. Juli bestehen mit dem Unterschied, daß die Aa-, besonders aber die Aa'-Teilstücke an den Außenblättern starke Verbrennungserscheinungen zeigten. Nach 5 Tagen aber sah man deutlich, daß neue Blätter nachwuchsen, und nach etwa drei Wochen waren die alten Größenverhältnisse am Kraut und an der Rübe wieder hergestellt. Kurz vor der Beregnung vom 17. und 18. August zeigten die Rübenblätter der cc'- und dd'-Teilstücke wie auch die unberegneten Versuchsflächen infolge großer Hitzeeinwirkung starke Schlaffheit, während die aa'- und bb'-Teilstücke ihre Frische bewahrten. Schon am Tage nach der Beregnung machten die Rüben auf allen beregneten Teilstücken einen frischen Eindruck, und neue Verbrennungen kamen diesmal auch bei den stark beregneten Rüben nicht vor. Geerntet wurden die Zucker- und Futterrüben nach der vorher beschriebenen Weise. Das Ernteergebnis enthält Tafel 17.

Alle beregneten Teilstücke weisen bei den Zuckerrüben und den Ertragsrüben ein besseres Ernteergebnis auf als die unberegneten Versuchsflächen. Bei den Massenrüben ist der Fall der gleiche bis auf das Teilstück B d. Besonders zeigt sich bei fast allen beregneten Flächen die gute Wirkung der zusätzlichen Düngung. Die Zuckerprozente lagen bei den beregneten Teilstücken etwas unter den der unberegneten. Dieser Verlust wurde aber durch den Mehrertrag an Masse mehr als wettgemacht.

Beim Mais war die Entwicklung wie bei den Rüben. Vor allem die stark beregneten Pflanzen zeigten ein kräftigeres Aussehen als die unberegneten. Der Ansatz der Kolben versprach einen in diesem Sinne günstigen Ernteertrag an Körnern zu geben. Verbrennungserscheinungen traten auch hier nach der Beregnung vom 7. und 8. Juli bei den A aa'-Teilstücken auf. Die geschädigten Pflanzen haben sich jedoch in Kürze erholt. Leider wurde der Mais vom Beulenbrand befallen, an dem sowohl die Maisfelder der Genossenschaft als auch der Mais von nicht beregneten Flächen der weiteren Umgebung litten. Es kann mit Bestimmtheit angenommen werden,

daß bei Nichtbefall der Maiskolben mit Beulenbrand das in Tafel 18 wiedergegebene Ernteergebnis noch mehr zugunsten der beregneten Teilstücke ausgefallen wäre.

Tafel 17

Teilstück	Ernteergebnis des Streifen 9, Massenrübe „Eckendorfer gelb“		Ernteergebnis des Streifen 8, Ertragsrübe „Veni, Vidi, Vici“		Ernteergebnis des Streifen 7, Klein-Wanzlebener Zuckerrüben	
	reine Rüben dz/ha	Blätter und Kappen dz/ha	reine Rüben dz/ha	Blätter und Kappen dz/ha	reine Rüben dz/ha	Blätter und Kappen dz/ha
A:						
u	758,—	184,—	840,—	234,—	371,8	208,1
a	916,—	294,—	1064,—	356,—	429,7	303,6
a’	960,—	236,—	1126,—	360,—	407,4	280,5
b	904,—	278,—	1038,—	378,—	408,8	289,7
b’	944,—	228,—	1102,—	372,—	421,3	275,7
c	818,—	196,—	882,—	272,—	399,3	252,6
c’	798,—	168,—	882,—	284,—	377,7	250,4
d	814,—	194,—	960,—	288,—	388,7	262,5
d’	786,—	186,—	922,—	256,—	405,2	283,4
B:						
u	740,—	152,—	828,—	216,—	—	—
a	1028,—	224,—	1022,—	322,—	440,—	268,—
a’	1044,—	212,—	1080,—	342,—	437,1	278,7
b	838,—	210,—	1008,—	276,—	448,1	319,8
b’	970,—	218,—	1026,—	298,—	442,9	301,4
c	768,—	194,—	898,—	244,—	448,8	279,4
c’	926,—	214,—	1020,—	308,—	400,8	295,5
d	734,—	190,—	874,—	256,—	426,4	310,2
d’	878,—	224,—	938,—	272,—	427,2	316,8

Tafel 18

Teilstück	Ernteergebnis des Streifen 4 (Janetzki-Mais)	
	Maiskörner nach der Trocknung dz/ha A	Maiskörner nach der Trocknung dz/ha B
u	40,5	40,5
a	60,1	46,8
a’	36,8	50,8
b	44,7	43,9
b’	52,4	49,2
c	43,9	48,4
c’	46,8	47,7
d	46,3	41,8
d’	49,7	42,6

Mit dem Aufgang der Gräser und des Klees machte sich sofort unliebsam die Ackermelde bemerkbar. Da sie sich zu diesem Wachstumszeitpunkt nicht beseitigen ließ, wurde sie stehen gelassen und am 1. und 2. Juni und 26. und 28. Juni mitberegnet. Sie entwickelte sich daraufhin noch stärker, während das langsam in ihrem Schatten wachsende Gras sich gut bestockte. Bevor die Ackermelde aussamen konnte, wurde sie gemäht.

Inzwischen hatten die Gräser und auch der Klee eine starke Narbe gebildet. Das kurz vor dem Mähen der Ackermelde den Gras- und Kleestücken gegebene Abwasser gab dem Wachstum der Gräser jetzt einen besonders starken Antrieb. Allerdings zeigten sich bei den Streifen Knaulgras und Wiesenrispe und dem Klee auf dem Aa'-Teilstück schwere Verbrennungen, von denen sich diese Teilstücke nicht mehr erholten. Bei demselben Teilstück des Streifens „Grasgemisch" traten die Verbrennungen in diesem Maße nicht auf. Bei den später erfolgten Beregnungen konnten Verbrennungen nicht mehr festgestellt werden. In diesem ersten Jahr der Versuche wurden nur zwei Schnitte genommen und zwar am 30. und 31. August 1938 und am 24. bis 26. Oktober 1938. Die Ergebnisse sind in den Tafeln 19 und 20 enthalten.

Tafel 19

Teilstück	Ernteergebnis des 1. Schnittes der Gras- und Kleestreifen 10—12					
	Streifen 10 Grasgemisch		Streifen 11 Knaulgras u. Wiesenrispe		Streifen 12 Schlesischer Rotklee	
	A dz/ha	B dz/ha	A dz/ha	B dz/ha	A dz/ha	B dz/ha
u	126,67	126,67	125,—	125,—	96,17	96,17
a	189,58	200,—	221,67	214,58	111,67	123,75
a'	212,92	187,92	187,08	217,50	86,25	131,67
b	188,75	214,58	240,42	227,51	106,67	118,33
b'	198,33	181,67	244,17	204,17	109,58	112,50
c	160,83	117,92	175,83	123,33	94,58	67,50
c'	161,25	161,67	178,33	172,08	107,50	82,50
d	157,50	102,50	169,17	142,50	95,42	68,33
d'	170,—	150,42	206,25	181,25	105,—	106,88

Erntegewicht = Gewicht der Grünmasse.

Tafel 20

Teilstück	Ernteergebnis des 2. Schnittes der Gras- und Kleestreifen 10—12					
	Streifen 10 Grasgemisch		Streifen 11 Knaulgras u. Wiesenrispe		Streifen 12 Schlesischer Rotklee	
	A dz/ha	B dz/ha	A dz/ha	B dz/ha	A dz/ha	B dz/ha
u	195,32	195,42	177,29	177,29	105,63	105,63
a	230,42	204,17	246,92	220,42	117,08	113,33
a'	232,08	222,08	223,33	232,08	92,50	112,50
b	237,08	199,58	225,42	206,25	116,33	108,33
b'	239,17	205,83	239,08	202,50	119,58	106,67
c	210,42	167,08	200,83	174,58	118,33	110,63
c'	223,33	178,33	216,25	191,25	119,17	123,75
d	209,42	148,33	189,58	158,75	100,00	109,38
d'	216,25	175,83	203,75	174,58	110,83	107,50

Erntegewicht = Gewicht der Grünmasse.

Beim 2. Schnitt sind die Ernten der beregneten Teilstücke der Graslandstreifen fast alle größer als die der unberegneten. Beim Klee liegen die Ergebnisse der unberegneten Flächen etwa in der Mitte zwischen denen der beregneten.

Beim 3. Schnitt ist das Bild beim Klee dasselbe; Knaulgras und Wiesenrispe hat auch wieder durchweg bessere Ernten auf den beregneten Flächen, während das Grasgemisch mit den Ergebnissen der Bcc'dd'-Teilstücke stark nachgelassen hat. Auch dieser Versuch zeigt deutlich die gute Wirkung, die mit Hefeabwasser auf Grasland erzielt werden kann.

Um die Verteilung des durch Flachstrahlregner verregneten Abwassers festzustellen, wurden Topfversuche angestellt, die das in Tafel 21 wiedergegebene Ergebnis hatten.

Tafel 21

Topfversuch mit Perrot-Flachstrahlregner.

Es wurde eine Stunde geregnet, Windgeschwindigkeit 1,2 m/sec; Windrichtung Süd nach Nord. Druck an der Regnerdüse 26—30 m Wassersäule.

Entfernung von Regnerdüse in m	Richtung der aufgestellten Versuchstöpfe			
	NO	SO	SW	NW
0,20	4,4	6,6	11,0	7,6
0,50	11,2	8,0	9,0	5,8
1,00	6,2	10,6	9,6	6,0
2,00	8,0	14,8	12,2	8,2
2,50	6,8	14,4	12,8	8,2
3,00	8,2	10,4	11,4	9,0
3,50	8,4	11,8	9,6	9,0
4,00	8,4	8,6	7,2	9,4
5,00	7,6	2,4	3,0	9,2
6,00	6,2	—	0,2	6,6

Die von der Regnerdüse entfernte Kreisfläche mit dem inneren und äußeren Halbmesser von 1 m bis 5 m erhält bei einem Druck von 26 bis 30 m Wassersäule die stärkste und günstigste Regenverteilung.

6. Zusammenfassung

Auf Grund der Erfahrungen mit dem Verrieseln von Hefeabwasser in Giesmannsdorf und jenen der Abwasserverregnungsversuche im Jahre 1938 in Konstadt O.-S. kann zusammenfassend folgendes gesagt werden:

1. Bei Verarbeitung von Melasse der Zuckerindustrie zu Preßhefe und Alkohol fällt in großen Mengen Abwasser an, das infolge seiner großen Fäulnisfähigkeit schwierig zu beseitigen ist. Jedoch hat seine landwirtschaftliche Verwertung große Erfolgsaussichten.

2. Bei der Verrieselung des mit dem Abwasser einer Brauerei im Verhältnis 1 : 2 verdünnten Hefeabwassers in Giesmannsdorf auf Grasland haben sich große Erträge und keine Schäden gezeigt. Das Berieseln war zweckmäßig wegen der Geländegestaltung; die berieselte Fläche lag in nächster Nähe der Fabrik, die Verwertungsmöglichkeit war sehr groß, da die Rieselwiesen mit 65 ha nur den 16. Teil des landwirtschaftlichen Großbetriebes einnehmen. Der Süßgräserbestand war ausgezeichnet, der Vorfluter wurde durch das anfallende Dränwasser in keiner Weise belastet. Die Vorkalkung des Abwassers vor dem Verrieseln dürfte ein Übriges zu dem sehr guten Erfolge beitragen.

3. In Konstadt kam als landwirtschaftliche Verwertung bei dem sehr flachen Gelände die Beregnung in Betracht. Die Erfahrungen in den Jahren 1936 bis 1938 auf dem Genossenschaftsgebiet und im 1. Versuchsjahr 1938 auf dem vom Kulturtechnischen Institut der Universität Breslau angelegten Versuchsfelde waren im großen und ganzen günstig.

Besonders günstig wirkten sich die Hefeabwässer bei Grasland, Rüben, Mais und Hanf aus.

Kartoffeln konnten sich bei geeigneter Sortenwahl und bei Saatgut, das von unberegneten Flächen stammt, gut entwickeln.

Das Gleiche gilt für Halmfrüchte und die übrigen Handelsfrüchte.

4. Um Pflanzenschäden durch das Abwasser zu vermeiden, ist die Konzentration desselben besonders an warmen Sommertagen nicht zu groß zu wählen. Die Möglichkeit, das Abwasser verdünnen zu können, muß vorhanden sein. Auch wirkt sich eine Zusatzdüngung von Phosphorsäure günstig aus.

Die Erfahrungen des zweiten Versuchsjahres in Konstadt im Jahre 1939 ergaben naturgemäß wesentlich mehr Fingerzeige für eine wirtschaftliche Gestaltung der Verregnung von Hefeabwässern als das erste Jahr. An diesen Versuchen war der Verfasser aber nicht mehr unmittelbar beteiligt, und der Bericht darüber muß erst abgewartet werden, ehe ein maßgebendes Urteil über die Verregnung von Hefeabwasser gefällt werden kann.

Lebenslauf

Am 2. Februar 1911 wurde ich zu Breslau geboren. Daselbst besuchte ich das Gymnasium zu St. Elisabeth und legte im Jahre 1932 meine Reifeprüfung ab. 1935/36 diente ich bei dem Infant.-Regt. 49. Meine praktische Ausbildung als Landwirt erhielt ich auf Gütern in Schlesien. Mein Studium der Landwirtschaft begann ich an der Universität Breslau im Jahre 1933 und legte nach Unterbrechung desselben durch praktische Tätigkeit und Militärdienstzeit am 23. Februar 1938 meine Prüfung als Diplom-Landwirt ab.

Im April 1938 übernahm ich die örtliche Leitung auf dem Versuchsfelde für Abwasser-Verregnung des Kulturtechnischen Instituts der Universität und der Technischen Hochschule Breslau und begann zu dem gleichen Zeitpunkt mit der vorliegenden Arbeit. Zeitweilig war ich auch im Institut in Breslau als Assistent tätig.

F. K. Beinert

Druck: Niemann & Sohn, Berlin N 20, Drontheimer Straße 27